

•

•

*Journal of Management Education* 30(6)p. 789-804  
© The Author(s) 2006

A 3D perspective diagram of a helical spring assembly. A helical spring (1) is shown with a sliding contact (2) that can move along its length. The contact is connected to a terminal (3). The spring is wound around a central axis (4). The contact is labeled "Verschiebung" (displacement) and "Drehung" (rotation). The spring is labeled "Spulen-spannung U<sub>1</sub>" and "Spulen-spannung U<sub>2</sub>". The contact is labeled "Winkel Gasse 1" and "Winkel Gasse 2".

\_\_\_\_\_

⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑩ **Offenlegungsschrift  
DE 199 08 036 A 1**

⑤ **Int. Cl.<sup>7</sup>:  
G 01 B 7/30  
G 01 B 7/02  
G 01 D 5/20  
F 16 H 63/42**

⑲ Aktenzeichen: 199 08 036.4  
⑳ Anmeldetag: 24. 2. 1999  
㉑ Offenlegungstag: 31. 8. 2000

**DE 199 08 036 A 1**

⑦ **Anmelder:**  
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

⑦ **Erfinder:**  
Keller, Reiner, 78351 Bodman-Ludwigshafen, DE;  
Marshall, Tilo, 88677 Markdorf, DE

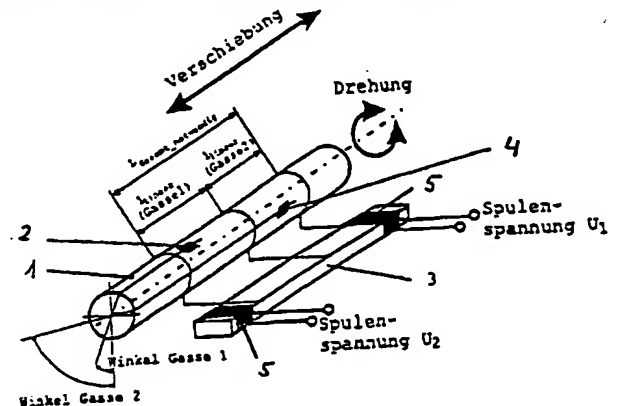
⑤ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:**

DE 198 05 621 A1  
DE 44 15 668 A1  
DE 31 38 827 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤ **Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der rotatorischen und der translatorischen Bewegung einer Welle**

⑦ Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erfassung der rotatorischen und translatorischen Bewegung einer Welle, bei dem die Welle mit mindestens einem Permanentmagneten versehen wird und wobei in der Nähe der Welle ein linearer induktiver berührungsloser Wegsensor angeordnet wird, der vom Permanentmagneten angesteuert wird, besteht darin, dass entweder die Welle in Axialrichtung in mehrere lineare Abschnitte unterteilt wird, wobei jedem linearen Abschnitt ein Permanentmagnet zugeordnet und auf der Außenseite der Welle befestigt wird, wobei die Permanentmagneten radial zueinander versetzt angeordnet werden oder dass auf der Außenseite der Welle mehrere Permanentmagneten unterschiedlicher Abmessungen im selben Axialbereich angeordnet werden, die radial zueinander versetzt sind.



**DE 199 08 036 A 1**

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung der rotatorischen und der translatorischen Bewegung einer Welle, insbesondere der Hauptschaltwelle eines Handschaltgetriebes für Kraftfahrzeuge, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Verfahren und Vorrichtungen zur Erfassung der Bewegungen von Wellen sind vielfältig bekannt und insbesondere in der Kraftfahrzeugtechnik für entsprechende Steuerzwecke notwendig. So ist es z. B. üblich, die Drehzahl und die Drehrichtung eines Drehantriebes mittels zweier um 90° versetzt zueinander angeordneter Hallsensoren zu ermitteln. Dazu wird zentrisch auf der Drehantriebsachse ein mit dieser drehfest verbundener Ringmagnet angeordnet, wobei bei Rotation des Ringmagneten die beiden seitlich des Ringmagneten angeordneten Hallsensoren jeweils von einem veränderlichen Magnetfeld durchsetzt werden. Die an den beiden Sensoren dabei auftretenden Magnetfeldänderungen werden in zueinander versetzte binäre Impulsfolgen umgesetzt, wobei durch Zählen der Impulsanzahl pro Zeiteinheit die Drehzahl und durch Vergleich der beiden Impulsfolgen die Drehrichtung des Drehantriebes bestimmt werden kann.

Aus der DE A 40 38 284 ist ein Verfahren zur Erfassung der Position und der Bewegungsrichtung translatorisch oder rotatorisch bewegter Teile eines Aggregates bekannt, das aus einem Drehantrieb des Aggregates Zählimpulse in drehrichtungscodierte Impulsfolgen oder Zählimpulse mit drehrichtungscodierter Form ableitet. Dazu ist insbesondere eine mit dem Drehantrieb verbundene Scheibe vorgesehen, auf der ein Ring aus einer vorbestimmten Anzahl in Folgen angeordneter Marken ausgebildet ist. Neben der Scheibe befindet sich im Bereich des Ringes ein auf diese Marken ansprechendes Hallelement.

Die DE A 42 43 549 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erfassen der Drehzahl und der Drehrichtung eines Drehantriebes, insbesondere für Fensterheber und Schiebedächer für Kraftfahrzeuge, unter Verwendung eines mit dem Drehantrieb drehfest verbundenen signalgebenden oder signalverändernden Elements, eines Sensors sowie einer elektronischen Auswerteeinheit, wobei bei Rotation des signalgebenden oder signalverändernden Elements ein periodisches drehrichtungscodiertes Signal entsteht, das vom Sensor erfaßt und der elektronischen Auswerteeinheit zugeführt wird. Das periodische drehrichtungscodierte Signal weist mindestens einen Extremwert auf, wobei bei Annäherung von unterschiedlichen Seiten an den Extremwert unterschiedlich ansteigende bzw. abfallende Signalamplituden vorliegen und/oder bezüglich einer 360° Periode die Extremwerte ungleichmäßig verteilt sind, mit mindestens einer Teilung, die ungleich dem Verhältnis von 360° zu der Anzahl der Extremwerte ist. Das signalgebende Element weist mindestens einen Permanentmagneten auf, der bei Rotation ein drehrichtungscodiertes Magnetfeld an Sensor erzeugt.

Schließlich beschreibt die DE A 196 53 785 eine Ausrückvorrichtung für eine hydraulisch betätigte Reibungskupplung, die ein Gehäuse umfaßt, in dem auf einer Führungshülse ein Ringkolben axial verschiebbar geführt ist, an dem ein Ausrücklager angeordnet ist, das mit einem Ausrückhebel der Reibungskupplung zusammen wirkt; die Ausrückvorrichtung umfaßt ein Sensorsystem zur Stellwegerfassung des Ringkolbens, das aus einem stirnseitig am Gehäuse angeordneten kreisringförmigen Hallsensor besteht, der mit einem den Ringkolben umschließenden Impulsgeber zusammen wirkt.

Insbesondere beim Einsatz von Handschaltgetrieben in Kraftfahrzeugen besteht oftmals der Wunsch, über elektri-

sche Signale hinsichtlich des Zustandes des Getriebes, z. B. den eingelegten Gang, bereits im Stand zu verfügen. Mit derartigen Informationen lassen sich zum einen Strategien für das Antriebsstrangmanagement festlegen und zum anderen Schaltgetriebe automatisieren. Das zentrale Schaltelement in einem Handschaltgetriebe ist die Hauptschaltwelle, die sowohl verdreht als auch verschoben wird, d. h. die eine rotatorische und eine translatorische Bewegung ausführt. Die Erfassung von Verdrehung und Verschiebung liefert als Ergebnis eine exakte Aussage über den Getriebezustand. Wünschenswerte und auswertbare Informationen sind dabei die Bezeichnung des eingelegten Ganges und eine Aussage über den Kraftschluß (neutral, Synchronphase, eingelegter Gang).

Es wurde bereits vorgeschlagen, die zu messenden Größen Weg und Winkel voneinander zu entkoppeln und durch zwei unabhängige Sensoren zu erfassen. Dies können zwei Wegsensoren oder auch zwei Winkelsensoren sein oder aber eine Kombination aus Wegsensor und Winkelsensor.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung der rotatorischen und translatorischen Bewegung insbesondere der Hauptschaltwelle eines Handschaltgetriebes zu schaffen, die zuverlässig im Einsatz, preisgünstig in der Herstellung und äußerst raumsparend ist.

Ausgehend von einem Verfahren der eingangs näher genannten Art erfolgt die Lösung dieser Aufgabe mit den in den Ansprüchen 1 und 3 angegebenen Verfahren und den in den Ansprüchen 2 und 4 angegebenen Vorrichtungen; vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die Erfindung geht also davon aus, dass für die Gangerfassung nur ein einziger Sensor verwendet wird mit einem in der Nähe der Welle angeordneten linearen induktiven berührungslosen Wegsensor, der von mindestens einem mit der Welle verbundenen Permanentmagneten angesteuert wird.

Ein derartiger linearer induktiver berührungsloser Wegsensor, der von einem Dauermagneten ansteuerbar ist, wird bereits von der Firma Siemens unter der Bezeichnung PLCD-Wegsensor angeboten, wobei der Wegsensor im wesentlichen aus einem speziellen weichmagnetischen Kern besteht, der auf seiner gesamten Länge von einer Spule umwickelt ist und an den Enden je einer weitere kurze Spule trägt. Ein an den Sensor angenäherter Dauermagnet führt dann zu einer lokalen magnetischen Sättigung des Kerns, wobei die Position dieses gesättigten Bereiches entlang der Sensorachse durch das Spulensystem an den Enden des weichmagnetischen Kerns ermittelt werden kann. Die Erzeugung einer geeigneten Betriebsfrequenz sowie die Signalverarbeitung durch phasenempfindliche Gleichrichtung erfolgen dabei in einem diesem Wegsensor zugeordneten Elektronikmodul, wobei am Ausgang ein linear vom Ort des Dauermagneten abhängiger Strom zur Verfügung steht, der eine Funktion des Verhältnisses der von den beiden Spulen abgegebenen Spannungen ist. Diese Verhältnis entspricht dabei der Lage des Dauermagneten innerhalb des durch die Längsabmessung des Wegsensors bestimmten Meßweges.

Erfindungsgemäß kann die Stellung der Hauptschaltwelle in einem Handschaltgetriebe zur Ermittlung der jeweiligen Schaltgasse und des eingelegten Ganges dadurch erfolgen, dass entweder die Welle in Axialrichtung in mehrere lineare Abschnitte unterteilt ist, wobei auf der Außenseite der Welle mehrere Permanentmagnete angeordnet sind, die sowohl in Axialrichtung als auch in Radialrichtung zueinander versetzt sind oder dadurch, dass auf der Außenseite der Welle mehrere Permanentmagnete unterschiedlicher Abmessungen im selben axialen Bereich angeordnet sind, die radial zueinander versetzt sind, wobei in beiden Fällen die Perna-

nenmagneten mit einem ihnen zugeordneten, oben beschriebenen linearen induktiven berührungslosen Wegsensor zusammen wirken.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert; in der zwei vorteilhafte Ausführungsbeispiele dargestellt sind. Es zeigen

Fig. 1 schematisch ein typisches Schaltbild für ein Handschaltgetriebe mit H-Schaltung;

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel für die Anordnung der Permanentmagnete und

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel für die Anordnung der Permanentmagnete an der Hauptschaltwelle.

Fig. 1 zeigt das typische Schaltbild einer H-Schaltung eines Handschaltgetriebes für Kraftfahrzeuge mit Zuordnung zur Kinematik der mit 1 angedeuteten zentralen Hauptschaltwelle. Der translatorischen Bewegung der Hauptschaltwelle entspricht ihre Verschiebung mit einem linearen Schaltweg, wobei eine Verdrehung der Hauptschaltwelle die Anwahl verschiedener Gassen ermöglicht, von denen in Fig. 1 vier Gassen Z erkennbar sind.

Dieser Hauptschaltwelle 1 ist nun, wie insbesondere Fig. 2 erkennen läßt, ein an und für sich bekannter linearer induktiver berührungsloser Wegsensor 3 zugeordnet, der durch Dauermagnete ansteuerbar ist. Dieser Wegsensor 3 besteht aus einem weichmagnetischem Kern, der auf seiner gesamten Länge von einer Spule umwickelt ist und der an den beiden Enden je eine weitere kurze Spule 5 trägt, wobei die Ausgangssignale dieser beiden kurzen Spulen mit  $U_1$  und  $U_2$  bezeichnet sind. Diese Ausgangssignale werden einer (nicht dargestellten) elektronischen Auswerteschaltung zugeführt, mit deren Hilfe Ausgangssignale hinsichtlich der rotatorischen und der translatorischen Bewegung der Hauptschaltwelle 1 möglich sind.

Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass die Hauptschaltwelle 1 gemäß dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel in mehrere, sich in Axialrichtung aneinander anschließende lineare Abschnitte  $L_{\text{linear}}$  unterteilt ist, und dass jedem linearen Abschnitt ein Permanentmagnet 2, 4 zugeordnet ist, wobei die Permanentmagnete 2, 4 auf der Außenseite der Welle 1 befestigt sind und radial zueinander versetzt angeordnet sind und wobei die Permanentmagnete 2, 4 im wesentlichen die gleichen Abmessungen aufweisen.

Für eine direkte Messung wird hierbei die lineare Verschiebung der Hauptschaltwelle 1 gewählt. Die Verdrehung der Welle 1 und somit die gewählte Gasse Z ergibt sich dabei als sekundär ermittelte Information. Selbstverständlich ist es auch möglich, als umgekehrte Konfiguration zuerst die Wellenverdrehung zu ermitteln und als sekundäre Information die lineare Verschiebung davon abzuleiten.

Die notwendige Gesamtlänge des linearen Wegsensors 3 ergibt sich hierbei aus dem Produkt der Gassenanzahl Z und dem zu erfassenden linearen Schaltweg  $L_{\text{linear}}$ :

$$L_{\text{Gesamt\_notwendig}} = l_{\text{linear}} \cdot Z$$

Die Magnete 2, 4 sind mit der Welle ortsfest derart verbunden, dass jeder Magnet genau einem Bereich der Länge  $l_{\text{linear}}$  zugeordnet ist, wobei sich die einzelnen Bereiche nicht überschneiden dürfen. Die hier beschriebene Anordnung der Permanentmagnete benötigt für jede zu erfassende Schaltgasse Z einen separaten Magneten. Es darf jeweils nur ein Magnet die aktive Zone des Sensors 3 überdecken; der Lagewinkel, d. h. der Winkel der Gasse 1. . . Gasse Z der einzelnen Permanentmagnete auf der Oberfläche der Welle entspricht der Winkellage der einzelnen Gassen (1. . . Z in Fig. 1).

Die Auswertung der Zusatzinformation "gewählte Gasse Z" geschieht wie folgt:

Die Auswertung der aufgeteilten Sensorkennlinie wird durch die (nicht dargestellte) elektronische Auswerteschaltung wie folgt vorgenommen: Liegt der vom Sensor 3 gemessene Wert innerhalb der Meßwerte der Z-ten Teilzone, so kann daraus geschlossen werden, dass sich die Welle in der Position der Z-ten Gasse befindet. Dies Information ist durch die eindeutige Zuordnung zwischen den einzelnen Sensorbereichen  $l_{\text{linear}}$  und den Gassen 1. . . Z gewährleistet.

In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Erfassung der rotatorischen und translatorischen Bewegung der Hauptschaltwelle eines Handschaltgetriebes für Kraftfahrzeuge dargestellt. Auch hierbei ist wieder ein eingangs näher beschriebener linearer induktiver berührungsloser Wegsensor 3 vorgesehen, der in der Nähe der Hauptschaltwelle 1 angeordnet ist. Die Hauptschaltwelle 1 ist hierbei mit gestuften Magnetsegmenten mit jeweils einer Magnetstufe 2' pro Gasse versehen, wobei für die notwendige Gesamtlänge des Wegsensors 3 bei diesem Ausführungsbeispiel lediglich die einfache Meßlänge  $l_{\text{linear}}$  erforderlich ist:

$$L_{\text{Gesamt\_notwendig}} = l_{\text{linear}}$$

Die Permanentmagnete zur Ansteuerung des Wegsensors können bei diesem Ausführungsbeispiel entweder als variabel magnetisierter Ring oder aus Einzelmagneten unterschiedlicher Länge bestehen. Diese Permanentmagnete lassen sich als Einheit ausbilden und sind dann mit der Hauptschaltwelle 1 ortsfest auf deren Außenseite wie folgt verbindbar:

Die Magnetanordnung ist dem Bereich der Länge  $l_{\text{linear}}$  zugeordnet und liegt beispielsweise diesem gegenüber. Für jede zu sensierende Gasse wird ein Permanentmagnet mit unterschiedlicher Länge  $l_1, l_2, \dots, l_Z$  benötigt. Der Lagewinkel der einzelnen Permanentmagnete unterschiedlicher Längsabmessungen auf der Oberfläche der Hauptschaltwelle 1 entspricht der Winkellage der einzelnen Gassen 1. . . Z. Bei der Ausgestaltung der Konfiguration für die einzelnen Permanentmagnete ist es möglich, durch Definition einer bestimmten Magnetlänge auch die Zwischenbereiche "Keine Gasse gewählt" zu kodieren.

Fig. 3 zeigt eine mögliche Konfiguration für zwei verschiedene Gassen (Magnetlängen  $l_1$  und  $l_2$ ) sowie eine Zwischenposition der Magnetlänge  $L_3$ .

Die Auswertung der Sensorsignale bei herkömmlichen linearen induktiven berührungslosen Wegsensoren erfolgt dadurch, dass das Verhältnis der Spannungen der beiden kurzen Spulen  $U_1$  und  $U_2$  ermittelt wird. Dieses Verhältnis entspricht der Lage des der Ansteuerung dienenden Permanentmagneten innerhalb des Meßweges  $l_{\text{linear}}$ . Die Auswertung der Zusatzinformation "Gewählte Gasse" gemäß diesem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel läßt sich durch Auswertung der vom Sensor 3 ermittelten beiden Spannungen  $U_1, U_2$  dadurch gewinnen, dass die getrennte Auswertung der Summenspannung  $U_1 + U_2$  zu einer eindeutigen Identifizierung der gewählten Gasse führt, da durch die unterschiedlichen Breiten der einzelnen Permanentmagnete bei diesem Ausführungsbeispiel auf dem linearen Wegsensor eine durchmagnetisierte Zone dieser Breite entsteht. Dies äußert sich darin, dass durch die veränderte Breite der durchmagnetisierten Zone die Summe der Ausgangsspannungen  $U_1$  und  $U_2$  verändert wird und getrennt ausgewertet werden kann.

Der Vorteil dieser in Fig. 3 dargestellten Vorrichtung liegt darin, dass durch die einfache kurze Baulänge  $l_{\text{linear}}$  des Wegsensors eine sehr kompakte Bauweise der Vorrichtung erzielt wird. Aufgrund der getrennten Auswertungen bezüg-

lich der Summenspannung und des Spannungsverhältnisses ist ein geringfügig höherer Aufwand für Schaltungs-Hardware bzw. Software erforderlich.

Eine wichtige Eigenschaft des linearen induktiven berührungslosen Wegsensors zusammen mit den ihm zugeordneten Permanentmagneten an der Hauptschaltwelle des Handschaltgetriebes besteht in der völligen Anbindungsfreiheit zwischen den ansteuernden Permanentmagneten und dem Wegsensor. Die Permanentmagnete können aus dem Meßbereich herausfahren, ohne dadurch die Funktionsfähigkeit des Wegsensors zu beeinträchtigen; beim Zurückkehren in den Meßbereich steht die Kennlinie sofort wieder zur Verfügung.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Hauptschaltwelle
- 2 Permanentmagnet
- 3 Wegsensor
- 4 Permanentmagnet
- 5 Spule

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung der rotatorischen und translatorischen Bewegung einer Welle, insbesondere der Hauptschaltwelle eines Handschaltgetriebes für Kraftfahrzeuge, bei dem die Welle mit mindestens einem Permanentmagneten versehen wird und in der Nähe der Welle ein linearer induktiver berührungsloser Wegsensor angeordnet wird, der vom Permanentmagneten angesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (1) in Axialrichtung in mehrere lineare Abschnitte ( $l_{\text{linear}}$ ) unterteilt wird, dass jedem linearen Abschnitt ein Permanentmagnet (2, 4) zugeordnet und auf der Außenseite der Welle (1) befestigt wird, dass die Permanentmagnete (2, 4) radial zueinander versetzt werden und dass die Permanentmagnete im wesentlichen die gleichen Abmessungen aufweisen.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, wobei der Wegsensor (3) aus einem langgestreckten magnetischen Kern besteht, der über seiner gesamte Länge von einer Spule umwickelt ist und dessen beide Enden mit je einer weiteren kurzen Spule versehen sind, die mit einer elektronischen Auswerteschaltung verbunden sind, wobei ein in die Nähe des Wegsensors verbrachter Permanentmagnet zu einer Variation der lokalen magnetischen Sättigung des Kerns führt, dadurch, gekennzeichnet, dass die Welle (1) in Axialrichtung in mehrere lineare Abschnitte unterteilt ist, dass auf der Außenseite der Welle (1) mehrere Permanentmagnete (2, 4) angeordnet sind, die sowohl in Axialrichtung als auch in Radialrichtung zueinander versetzt sind und dass die Permanentmagnete im wesentlichen die gleichen Abmessungen aufweisen.
3. Verfahren zur Erfassung der rotatorischen und translatorischen Bewegung einer Welle, insbesondere der Hauptschaltwelle eines Handschaltgetriebes für Kraftfahrzeuge, bei dem die Welle mit mindestens einem Permanentmagneten versehen wird und in der Nähe der Welle ein linearer induktiver berührungsloser Wegsensor angeordnet wird, der vom Permanentmagneten angesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Außenseite der Welle (1) mehrere Permanentmagnete (2') unterschiedlicher Längsabmessungen im selben Axialbereich angeordnet werden, die radial zueinander versetzt sind.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach

Anspruch 3, wobei der Wegsensor aus einem langgestreckten magnetischen Kern besteht, der über seine gesamte Länge von einer Spule umwickelt ist und dessen beide Ende mit je einer weiteren kurzen Spule versehen sind, die mit einer elektronischen Auswerteschaltung verbunden sind, wobei ein in der Nähe des Wegsensors verbrachter Permanentmagnet zu einer Variation der lokalen magnetischen Sättigung des Kerns führt, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Außenseite der Welle mehrere Permanentmagnete (2') unterschiedlicher Längsabmessungen im selben Axialbereich angeordnet sind, die radial zueinander versetzt sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete (2') als variabel magnetisierter Ring ausgestaltet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete (2') aus Einzelmagneten unterschiedlicher Länge in Axialrichtung bestehen.

7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal der elektrischen Auswerteschaltung eine Funktion des Verhältnisses der Spannungen ( $U_1, U_2$ ) der beiden kurzen Spulen (5) ist.

8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal der elektrischen Auswerteschaltung eine Funktion der Summe der Spannungen ( $U_1, U_2$ ) der beiden kurzen Spulen (5) ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

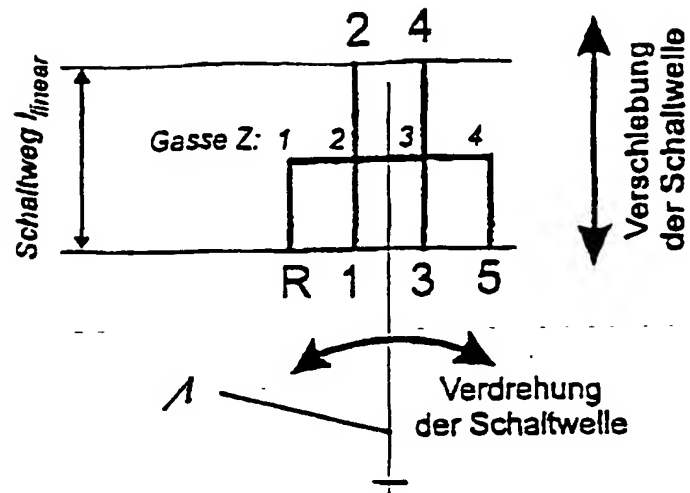


Fig. 1

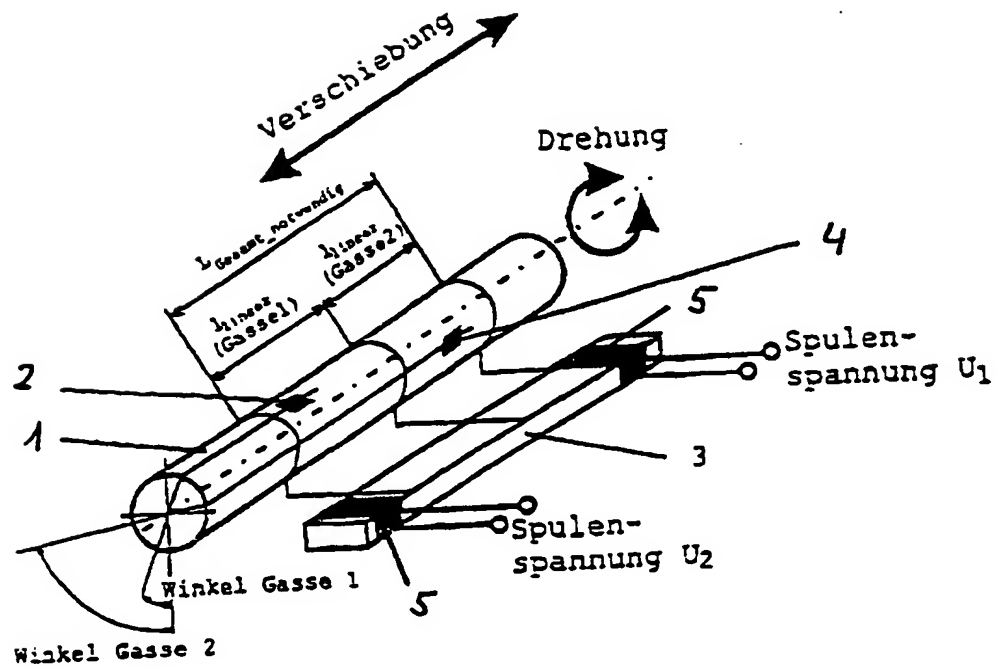


Fig. 2

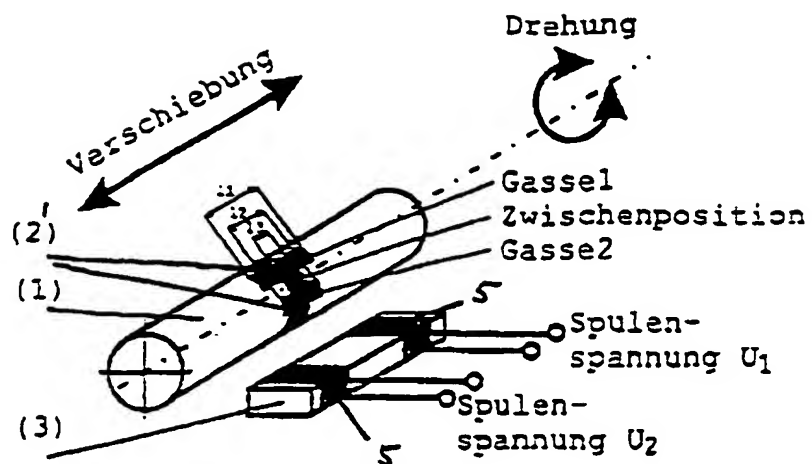


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**